

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-221497

(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.CI.

G02F 1/1335
G02B 5/124
G09F 9/00

(21)Application number : 11-328808

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 18.11.1999

(72)Inventor : MINOURA KIYOSHI

(30)Priority

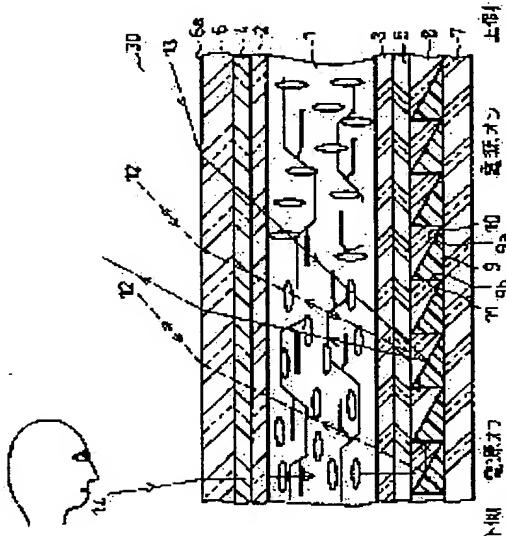
Priority number : 10337453 Priority date : 27.11.1998 Priority country : JP

(54) REFLECTIVE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a reflective liquid crystal display device with high lightness of a white display, a high contrast ratio, an easily visible multicolor display and moreover high productivity.

SOLUTION: The reflective liquid crystal display device is equipped with a pair of substrates 6, 7, a liquid crystal layer 1 held between the pair of substrates 6, 7 and reflection surfaces 10 with at least part of the upper side of one substrate of the pair of substrates 6, 7 or the upper side of a substrate adjacent to the one substrate inclined in the direction opposite to the user. The device is constructed in such a way that the inner product of an orthogonal projection vector of the normal vector of the reflection surfaces 10 to the display surface and an orthogonal projection vector of a vector in the direction from the reflective liquid crystal display device toward the user to the display surface is ≥ 0 . At the same time the inclination angle between at least part of the reflection surfaces 10 and the horizontal plane of the substrate is equal to or larger than θ defined by the formula $\theta = 1/2 \times \arcsin(n_0/n_1)$, (where n_0 is the refractive index of atmosphere, n_1 is the refractive index of the substance to flatten the inclined surface) and is less than $2 \times \theta$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japan Patent Office

ラーフィルターで反射される光について、その入射極角について特に考慮されておらず、明確な記述がなされていない。また、反射型カラーラー表示装置として用いた場合は、カラーフィルターについて、例れば該公報の実施例にあるように赤と青の補色であるシアンとの組み合わせなどしか用いることができず、フルカラーには対応しない。

[0024]一方、特開平7-159778号公報に開示された反射型カラーラー表示装置においては、液晶層の表示が明確な記述がないが、カラーラー表示として良好な黒表示を保証するには、該公報の実施例におけるように陽光板などの光吸収材を配置する必要があり、実質的に太陽電池に入射する光強度は落ちてしまう。

[0025]そこで、本発明は上記課題を解決する為になされたものであり、白表示の明度が高く、かつ、コントラスト比が高い、且やすい多色表示が可能で、さらには、生活性の高い反射型液晶表示装置を得ることを目的とする。

$$[0026] \theta = 1/2 \times \arcsin(n_0/n_1) \cdots \text{式} 1$$

(但し、 n_0 は大気中の屈折率、 n_1 は傾斜面を平坦化する装置の屈折率)

[0027]式1で定義される θ 以上、 $2 \times \theta$ 未満であることを特徴とする。

[0028]このように構成することにより、散乱状態もしくは反射状態で明度が高く、かつ色付きの少ない良好な白表示を実現することができる。

[0029]本発明の反射型液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、一ガの基板と、該一ガの基板の間に挟まれた液晶層と、一ガの基板の一方の基板上ともう一ガの基板水平面とがなす傾斜角が、 $2 \times \theta$ 以上 30° 以下であることを特徴としている。

[0030]上記の構成では、外部光が境界面上に対しても垂直に入射し、液晶層を通過する場合に、その光が反射面で反射され境界面に全反射されないように設置され、かつ、いずれかの方向から入射した外部光が本反射型液晶表示装置外へ反射されるようには設置されたときの境界面と反射面との成す角度を θ 以上とし、 $2 \times \theta$ 未満の角度を成して設置されている。

[0031]上記の構成によれば、外部光が境界面上に対して垂直に入射し、液晶層を通過する場合に、その光が反射面で反射され境界面に全反射されないように設置され、かつ、いずれかの方向から入射した外部光が本反射型液晶表示装置外へ反射されるようには設置されたときの境界面と反射面との成す角度を θ 以上とし、 $2 \times \theta$ 未満の角度を成して設置している。

[0032]上記の構成では、液晶層が光を通過する状態において、外部光が入射したとき、その光が反射面で反射されることにより外部に出射する方向を制限することができる。

[0033]すなわち、境界面と反射面との成す角度を θ 以上、 $2 \times \theta$ 未満することによって、任意の方向から入射し、反射面で反射された光は、境界面から出射する際に、その傾斜方向に傾いた方向から入射し、反射面で反射された光は、境界面から出射する際に、その反射面の傾斜方向を指向する。

[0034]その結果、良好な黒表示および白表示により、コントラストを向上させることができ、表示品位の高い反射型液晶表示装置を提供することができる。

すものとする、以下においても同様)側に出射することがになり、反射面の傾斜方向とは反対側に出射する事が抑制される。

[0036]なぜなら、 θ の定義より、反射面の傾斜方向と反対側に境界面から出射する光の光路は、液晶層側から境界面に向かって反射面の傾斜方向とは反対方向に進み、境界面に面向して全反射型液晶表示装置内においてこの光路を大きくすることができ、從来の反射型液晶表示装置に比べて良好な白表示を得ることがができる。

[0037]本発明の反射型液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、一ガの基板と、該一ガの基板の間に挟まれた液晶層とを有し、該基板の一方の基板上もしくは該基板の一方の基板に隣接した基板上の少なくとも一部が反射性を有し、反射面が該反射型液晶表示装置の使用者に対して反射型カラーラー表示装置は、上記の構成によって反射する角度を θ 以上とし、該反射型液晶表示装置は、上記の構成によって反射する角度を $2 \times \theta$ 未満とする。これは、実用的な液晶の散乱効率では、散乱光は該液晶層の近傍で得られるため、十分な明度の白表示を得るには、本反射型液晶表示装置に入射し、液晶層を通過した光層、または、反射面が境界面に對して成す角度の上限について、 $2 \times \theta$ 未満とする。

[0038]一方、液晶層が入射光を通過する状態にある場合には、反射面から本反射型液晶表示装置を観察するものとする、この觀察方向へは光が反射されないため、良好な黒表示を得ることができる。

[0039]そのため、反射面の進行方向が液晶層によって変更されため、觀察方向へも光が反射されることがなり、白表示を得ることができ。ここで、上記のように液晶層が光を散乱や反射する場合であっても、この効果のみによって液晶層に入射する光のすべてを境界面から出射させることは困難であり、光の一端は反射面に達することになる。

[0040]そのため、反射面に達した光を白表示に寄与させることにより、白表示の明度を向上させる必要がある。ここで、反射面が境界面に対して成す角度が大きいと、反射面によって反射された光は、反射面の傾斜方向側であり境界面と平行な方向間に片寄ることになり、白表示の際には、外部側との境界面を含む基板と、前記境界面上に平行な液晶層とを有する反射型液晶表示装置において、前記反射型液晶表示装置を介して前記基板に向かって、反射面が境界面に対して平行に動くことによる角度が少なくなる。

[0041]したがって、上記の構成では、反射面の傾斜角を小さくして、反射面が境界面に対して平行に動くことにより、反射面が傾斜方向へも光が反射されることがなる。しかし、この角度を小さくしてしまえば、反射面が傾斜方向へも光が反射されることがなるため、前記透明膜とを有し、前記部材の屈折率によって透明膜が傾斜方向へも光が反射されることになるため、黒表示を得ることになる。

$\theta = (1/2) \times \arcsin(n_0/n_1) \cdots \text{式} 1$

[0042]本発明の反射型液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、外部光が入射する境界面を含む基板と、入射した光を反射する反射面と、前記基板および反射面の間に挟まれた液晶層とを有する反射型液晶表示装置において、前記液晶層が入射した光に対して透過状態にある場合に、前記外部光が前記基板の境界面上に対して垂直に入射し、前記反射面で反射され、前記反射面において全反射されるように前記反射面を設置したときの、前記境界面に対して前記反射面が成す角度を θ とすると、前記反射面がこの角度を小さくしてしまったときの、前記反射面が傾斜方向へも光が反射されることになるため、黒表示を得ることになる。

[0043]その結果、良好な黒表示および白表示により、コントラストを向上させることができ、表示品位の高い反射型液晶表示装置を提供することができる。

[0044]本発明の反射型液晶表示装置は、上記の課題を解決するために、外部側との境界面を含む基板と、前記境界面上に平行な液晶層とを有する反射型液晶表示装置において前記透明膜を介して前記基板に向かって、前記基板の境界面に対して平行に動くことによる角度が少くなる。

[0045]したがって、上記の構成では、反射面が傾斜方向へも光が反射されることがなる。しかし、この角度を小さくしてしまえば、反射面が傾斜方向へも光が反射されることがなるため、前記透明膜とを有し、前記部材の屈折率によって透明膜が傾斜方向へも光が反射されることになるため、黒表示を得ることになる。

[0046]一方、液晶層が光を通過する状態における場合には、白表示を得ることができない。このため、上記した反射型液晶表示装置と同様に、境界面に對して垂直法線から本反射型液晶表示装置を設置する際に、境界面に対して平行に動くことによる角度が少くなる。

[0047]したがって、上記の構成では、散乱光は該液晶層を透過する光線の近傍で得られるため、十分な明度の白表示を得るには、本反射型液晶表示装置に入射し、液晶層を通過した光層を透過した光線が、黒表示を構成しない範囲で反射型液晶表示装置に射出することが望ましい。そのためには、

【課題を解決するための手段】そこで、本発明は上記目的を達成するために、本頭免者は既に検討した結果、該液晶表示装置の表示面に対して傾斜した反射面を用いて、偏光板を使用せず良好な白表示と黒表示とが両立する構成を見出した。この構成は、高分子分散型液晶を用いた液晶表示装置に限らず、透過状態と脱透状態をしくは反射状態の間でスイッチングする全ての表示装置に有効である。

[0048]一方、特開平7-159778号公報に開示された反射型カラーラー表示装置においては、液晶層の表示が明確な記述がないが、カラーラー表示として良好な黒表示を保証するには、該公報の実施例におけるように陽光板などの光吸収材を配置する必要があり、実質的に太陽電池に入射する光強度は落ちてしまう。

[0049]そこで、本発明は上記課題を解決する為になされたものであり、白表示の明度が高く、コントラスト比が高い、且やすい多色表示が可能で、さらには、生活性の高い反射型液晶表示装置を得ることを目的とする。

[0050]上記の屈折率 n_0 は、前記反射面の法線ベクトルの表示面への正射影ベクトルと、前記反射面から使用者方向へのベクトルとの表示面への正射影ベクトルとの内積が 0 以下となるように構成され、かつ前記反射面が成す角度を θ とす

ると、少なくとも前記反射面の一部は、前記基板に対し垂直に入射し、前記反射面が傾斜方向へも光が反射されることを特徴としている。

[0051]上記の構成によれば、外部光が境界面上に対して垂直に入射し、液晶層を通過する場合に、その光が反射面で反射されされることにより外部に出射する方向を制限することができる。

[0052]上記の構成では、液晶層が光を通過する状態において、外部光が入射したとき、その光が反射面で反射されることにより外部に出射する方向を制限することができる。

[0053]すなわち、境界面と反射面との成す角度を θ 以上とし、 $2 \times \theta$ 未満の角度を成して設置されたときの境界面と反射面との成す角度を θ 以上とし、 $2 \times \theta$ 未満の角度を成すように設置すれば、

[0054]上記の構成では、液晶層が光を通過する状態において、外部光が入射したとき、その光が反射面で反射されることにより外部に出射する方向を制限することができる。

[0055]すなわち、境界面と反射面との成す角度を θ 以上とし、 $2 \times \theta$ 未満の角度を成して設置すれば、

[0056]その結果、良好な黒表示および白表示により、コントラストを向上させることができ、表示品位の高い反射型液晶表示装置を提供することができる。

【0060】このように構成することによって、 TFT 基板と反射性を有する基板の作製工程を分離することができ、生産性を高めることができ。反射性を高めることとなる。

【0061】上記の反射型液晶表示装置は、さらに、前記液晶部が散乱型液晶部であり該液晶部が入射した光を透過させる状態と散乱させる状態とを切り替えることにより表示を行うことが好ましい。

【0062】上記の構成によれば、散乱型液晶部により、入射した光を透過または散乱させる状態を切り替えることにより、それぞれ黒表示または白表示の切り替えが可能となる。

【0070】上記の構成によれば、反射面の傾斜方向を基板に平行な面内で回転させることができため、反射型液晶表示装置に入射する外光の強度分布に応じて、反射面の傾斜方向を最適な方向に調整することができ。つまり、外光を効率よく利用できるように調整することにより、日表示における明るさの向上を図ることが可能となる。

【0071】これにより、本反射型液晶表示装置では、反射面が設けられた基板ごと回転させてるものであっても、各反射面単位で回転させるものであってもよい。

は、反射面が境界面に対して成す角度は式 1 で定義される。

$$\theta = 2 \times \theta_0$$
 よりも小さいことが必要である。

[0040] その結果、良好な黒表示および白表示によ
 り、コントラストを向上させることができ、表示品質の
 高い反射型液晶表示装置を提供することができる。

[0050] 上記の反射型液晶表示装置は、上記構成に
 反射面を追加し、反射面を有する基板側の反射面を有しない部分が
 光吸収性を有する、もしくは光吸収性を有する部位への
 射出光特性を有することを特徴とする。

[0051] このように構成することにより、透過状態

〔0063〕すなはち、黒表示に関しては、散乱型液晶画面に入射した光を透過させることにより、上記反射面の作用によって良好な黒表示ができる。また、白表示に関しては、散乱型液晶画面により入射した光を散乱させることことで、後方散乱された光に加えて、前方散乱されて上記反射面により反射された光も白表示に寄与することになり、良好な白表示ができる。

〔0064〕また、上記の場合では、偏光板を用いることとなるが、黒表示および白表示を行うことができると、特に、反射率が異なる場合においては、反射率が大きい方の反射率を高めることで、反射率の差を縮小することができる。

学 ragazzi)によって、液晶層に入射する光のうち特定方向から入射する光を反射することにより、その光の進行方向を逆らう。これにより、特定方向から入射した光を反射することができる。これにより、特定方向から入射する光が反射型液晶表示装置から射出する方向を、より基板に垂直方向側、言い換えれば駆動方向側に傾けることができる。したがって、特定方向から入射する光が白表示に寄与する割合が大きくなり、白表示の明度が向上することになる。

【0074】ここで、上記特定方向は、基板に垂直に入射して反射される光の進行方向と反対面

と、上記した反射面の傾斜角の設定により、反射光の反射方向に対して逆側に光が放出されることがない。したがって、上記と同様に良好な黒表示を維持することができる。

【0075】反射体としては、例えばポリグラムやルミシティーなどがある。主に干涉性による反射機能を利用するポリグラムを反射体として用いた場合、上記の構成では、ポリグラムの機能として特定方向からの入射光の進行方向を曲げる機能があればよい。したがって、上記の構成では、従来の特開平9-281477号公報に開示されたように、反射板を用いること

示された技術のように分光機能を備えている必要はない、プログラムが2種類必要となることはないため、精度やコストの面でも有利となる。
「007」または、「上反射体は、基板に対して回転可能であってもよい。回転運動に対する柔軟性により、本反射型液晶表示装置では、白表示装置に入射する外光の強度分布に応じて、最も明るい表示光をうまく拾うように調整することができ、より白表示の明暗の向上を図ることができる。

【0070】上記の構成によれば、反射面の傾斜方向を基板に平行な面内で回転させることができため、本反射型液晶表示装置に入射する外光の輝度分布に応じて、反射面の傾斜方向を最適な方向に調整することができ

ことにより、白表示における明るさの向上を図ることが可能である。ここで、反射面の傾斜方向の回転は、反射面が傾斜させられるものであっても、各反射鏡面単位で傾斜させるものであってもよい。

【0072】上記の反射型液晶表示装置は、さらには、前記反射型液晶装置を介して前記反射表面に対向する前記基板に、特に定方向から入射する光を反射する反射体が設けられており、反射光を環境に応じた良好な表示を行うことが可能となる。

〔007-3〕上記の構成にトレーが反射体（ある特定方向）に入射して前記反射面によって反射される光基板に垂直に入射して前記反射面に対して成す角度と、前記反射面の進行方向が前記基板に対して成す角度との間であるこの法線方向が前記基板に対して成す角度との間であることがほまさしい。

よつて、微晶層に入射する光のうち特定方向の進行方向をもつ光は、その光の進行方向から出射する。これにより、その光の反射方向から出射することができる。

（上 0074）ここで、上記特定方向は、基板に垂直に入射することになる。

射して反対側によって反射される光の進方向と反射側によって反射される光の進方向とに分離されている。このことによって、この法線方向との間となるように設定されている。このことと、上記した反対側の傾斜方向に対する逆側に光が反射されることがない。

【例題 075】反射体としては、例えばホログラムやシリコンディスクなどがある。主に干涉性による反射機能を利用して反射するホログラムを反射体として用いた場合、上記の構成としては、ホログラムの機能として特定方向からの入射光の反射が起こる。

この構成では、従来の特開平9-28147号公報に開示された技術のように分光機能を備えている必要はない。しかし、プログラムが2種類必要となることはないため、作成度やコストの面でも有利となる。

動であつてもよい。回転可動することにより、本反射型液晶表示装置に人射する外光の強度分布に応じて、最も明るい外光をうまく拾うように調整することができ、より白黙示の明度の向上を図ることができる。

【10077】前記反射体が設けられた上記の反射型液晶表示装置は、さらに、前記反射体が干涉性反射板であつて、前記干涉性反射板に入射する光が通過する位置に、吸収型カラーフィルターが設けられていること

[10078] 例えば、干涉反射板としてプログラムを用いたとすると、特定の波長範囲については、ある一定の方向からの入射光のみを反射するようにプログラムを形成することができた場合でも、可視光域にわたって

1907.9】この際、上記とは異なった渋谷長範画の光

によつて、この現象は常に吸収することができ、
この現象は常に吸収することができる。

記録監視装置が表示の届小単位である画素に区分されており、前記反射面のピッチが前記画素のピッチ以下であることが好ましい。

の一部に不具合が生じていた場合であっても、その不具合が表示に与える影響を評価することができる。

また、反射面の凹面には反射時間がビッチよりも大きい場合がある。その部分が白表示において黒く見ええる。100831 反射面のビッチによる表示時間への影響が目視場合は、これらの不具合による表示時間への影響を著しく低下させるにおいても認識されやすく、画面を著しく低下させる。

このように、外見形状が認識されないようにすることで、上記のような製造上の不具合があつた場合でも、良好な表示品質を得ることが可能となる。

問題を解決するために、外部光が入射する表示面と、差光が反射する反射面とに配置され、入射した光を反射する。

(0085) 上記の構成によれば、表示面から入射する光を反射する反対面が、表示面に対して斜めに配置され前記反射面が前記表示面と平行な面内で回転可能であることを特徴としている。

れおり、この反射面が表示面と平行な面内で回転可能となっている。

[0086]したがって、本反射型液晶表示装置を使用する際に、外部光の方向などに応じて反射面の方向を調整することができるため、反射面が表示面に適切な条件となるように外部光を反射することができる。

[0087]

【発明の実施の形態】〔実施の形態1〕以下、本発明の実施の形態を図面に則して説明する。

[0088]図1は本発明の実施の一形態にかかる光反射型反射型液晶表示装置（特に、液晶部）の構成を示す断面図である。液晶層1は、透明なガラス板や高分子フィルムなどの光学的に等方性の材料からなる入射側基板（基板）6と、同様の材料からなる反射側基板（基板）7とにより形成された。ここで、樹脂ラックとして、例えば蓋土ハントエレクトロニクス（株）製のCK2000（登録商標）を使用した。

[0089]液晶層1は、高分子分散型液晶を利用しており、反射側（反射板、反射板）のある側斜面9aの一端部に反射面（反射板、反射膜）がある側斜面9aの一端部に反射面（反射板、反射膜）がある側斜面9aが1.0となるよう、さらに、該側斜面9aは屈折率が1.5であるような透明な平坦化膜（平坦化膜、透明膜、透光性膜、高屈折率体）8によつて平坦化されている。本実施の形態は平坦化膜8を用いた場合であるが、本発明を平坦化膜8を使用する形態に限定するものではない。

[0090]ただし、平坦化膜8により平坦化するなどの処理をすることにより、液晶層1における液晶の配向性を高めることができる。

[0091]ここで、入射側基板6は、空気層（外部層）3と液晶パネルとの境界を成しており、入射光（外部光）が液晶パネルに入射する境界面（基板水平面、表示面、表示面）6aを含む平行基板である。また、液晶層1は、入射側基板6と反射側基板7とで構成されるとにより、境界面6aに対して平行な面を形成している。

さらに、平坦化膜8は、液晶層1側の面が境界面6aに対して平行となるようによつて形成されている。

[0092]なお、上記の各層の界面がすべて境界面6aに対し平行である必要なく、また、平坦化膜8が存在しないような場合であつても、反射面10を平坦化する目的（例えば液晶層1）が存在すればよい。

[0093]基板6・7には、それぞれ液晶層1に電圧を印加するための電極4と5が形成されている。電極4への電圧印加手段として、アクティブラジオ等を用いても、よく、電圧印加手段に本発明が影響されないことは言うまでもない。さらに電極4と5上には、水平配向膜2が塗布され、液晶層1が電圧無印加状態で水平配向状態を実現するようにしてある。本実施形態の場合は、水平配向膜2と3を用いたが、配向膜の種類を限定するものではない。

[0093]反射側基板7上に形成された傾斜した面が形成された物体9は、アクリル樹脂を圧膜印刷後、イオノビームエチエンで超精密加工した金型でフレッシュ成形した形状で強化されることにより、反射側基板7面からの傾斜面9aの高さは5mm、図1において向かって右側の面（傾斜面9a）が反射側基板7に対して30度、向かって左側の面（垂直面9b、反射面を有さない部分）は反射側基板7に対してほぼ垂直となるよう作製した。また、この反射側基板7上に光吸収層（光吸収性層、光吸収面）1を塗布した後に、右上方（水平から60度方向、傾斜面9aの法線方向）からアルミミを200nm蒸着することにより、向かって右側の傾斜面9aのみにアルミニ反射膜を付着させた。

[0094]なお、光吸収層11の形状は、次のようにして行った。すなわち、傾斜面9aを具備する反射側基板7上に、樹脂ラックをスピンドルコートにより塗布し、180°Cでペーパーすることにより形成した。ここで、樹脂ラックとして、例えば蓋土ハントエレクトロニクス（株）製のCK2000（登録商標）を使用した。

[0095]液晶層1は、高分子分散型液晶の混合物を充填させて基板6・7間に配置し、アクリルマーを組合せることにより作製した。本実施形態では、液晶性を示す系外線遮断性フレボリマーと液晶組成物との混合物を紫外線等の活性光線の照射により光硬化させることにより得られる硬化物（紫外線硬化性液晶）を用いてい

る。高分子分散型液晶として紫外線硬化液を用いることにより、混合性液晶の重合を行う際に加熱を行う必要がなくなり、他の部材への影響を防止できる。

[0096]上記のアクリルマー・液晶混合物としては、例えば、紫外線硬化材料（大日本インキ化学工業株式会社製：商品名“Mixture-C”）と液晶（メルク社製：商品名“MS93392”（登録商標）、△n=0.124）とを20:80の重量比にて混合した混合物に対して、少量の重合開始剤（チバ・ガイギー社製）を添加することによって得られた、常温でネマティック液晶相を示すアクリルマー・液晶混合物を用いることができる。

[0097]ここで、以下で用いる次の用語に關して定義を行う。反射面10の法線ベクトルを境界面6aに正射影することにより形成されるベクトルを反射面10の傾斜角とし、この向きを本液晶パネルの上側、この上側に対して逆の向きを下側とする。また、光の入射角、反射角・屈折角は、それれ入射光線・反射光線・屈折光線の各界面が、存在すればよい。

[0098]基板6・7には、それぞれ液晶層1に電圧を印加するための電極4と5が形成されている。電極4への電圧印加手段として、アクティブラジオ等を用いても、よく、電圧印加手段に本発明が影響されないことは言うまでもない。さらに電極4と5上には、水平配向膜2が塗布され、液晶層1が電圧無印加状態で水平配向状態を実現するようにしてある。本実施形態の場合は、水平配向膜2と3を用いたが、配向膜の種類を限定するものではない。

て、図1を用いて説明する。液晶層1に入射した入射光は、印加された電圧に対して屈折した液晶層1の版画・透過程態においては、電圧無印加時に液晶層1が透過状態に、電圧印加時に液晶層1が強調状態になるよう設定した。

[0099]まず、白表示（明表示、白状態、明状態）の動作について説明する。電源オフ時（電源表示、黒状態）で、さらには明度の高い自表示を実現するためには、黒表示が可能な範囲で、できる限り反射面10を入射側基板6に対して平行に近くすることが重要になってくる。

[0100]次に、黒表示（暗表示、黒状態、暗状態）の動作について説明する。電源オフ時（電源表示、黒状態）で、入射光が通過状態の液晶層1を点線12（反射面10に対する鏡像）へ入射する（液晶パネルの上側）から、例えば実線13の

ように入射すると、空気層3から入射側基板6に入射した際に屈折作用を受け、液晶層1、平坦化膜8を透過し、またそれ自身の屈折率によって屈折率の違うために応じた屈折作用を受け、反射面10に達する。その後、反射面10上で正反射され、同時に平坦化膜8（液晶層1を通過する直進光および前方散乱された光）を用いて受け出し、入射側基板6から空気層3へ、屈折作用を受け出る。

反射された後、再び散乱状態の液晶層1を通過することにより散乱作用を受けるので、後方散乱された光のみでなく多くの光が強調方向に戻ることになる。ここで、効率の悪い後方散乱だけでなく、液晶層1を通過する直進光および前方散乱された光を利用することにより、非常に明度の高い表示を得ることができる。

[0101]また、実際の液晶層1の厚さは驱动電圧の点から、ある程度薄く設計する必要があり、液晶層1の版画効率を尽可能多く確保するよりは難しく、入射してくる光の多くは版画効率よりも大きさよりも大きさ（恒定）を決定されるよりも大きい値（恒定、 $2 \times \theta / \theta_{\text{eff}}$ ）に設定しておけば、散乱されても、直進光の近傍に散乱される光が多い。よつ

$$\theta = 1/2 \times \arcsin(n_0/n_1) \quad \dots \text{式} 1$$

出射光は基板法線方向から観察者側から遠い方向（液晶パネルの上側）へ射出されることになり、この場合は観察者の目に観察されることはない。

[0102]また、反射面10と境界面6aが成す角（度の上限については、 $2 \times \theta / \theta_{\text{eff}}$ であることが好ましい。実用的な液晶層1の版画効率を考慮すると、散乱光は液晶層1を通過し、光は垂直面9b上に形成された光吸収層11に直角入射して吸収される。これ

は、入射光の入射角度によって異なり、入射角度によつて反射した光線が、黒表示を損なわなない範囲で本反射型液晶表示装置外に出射するような条件に設定することができない。そのためには、反射面が境界面に対して成す角度は式1で定義される $2 \times \theta / \theta_{\text{eff}}$ よりも小さいことが必要である。

[0103]ここで、反射面10の傾斜角θ（上記の式を満たす値）は、入射側基板6にパネル上側から水平に入射してくる光があると仮定したときの入射光が、基板に垂直方向に射出されるように決定したものである。

ただし、 n_0 は大気中（空気層3）の屈折率の大きさであり、 n_1 は傾斜面9aを平面化する物質（ここでは、平坦化膜8）の屈折率の大きさである。

[0104]つまり、空気層3から平面化膜8に至る各層の各界面が、平行もしくは1を除いて平行である場合には、入射側基板6に入射する入射光の入射角と、この入射光の光路（光路）が、基板6の側面から正面（液晶パネルの上側）へ出射されることになり、この場合も観察者の目に観察されることはない。

[0105]なお、図1においては、入射光が、空気層3から入射側基板6に入射する際に屈折するため、その各界面が、他の各界面と、他の各界面の界面での屈折率が減弱化して直線で示している。以下においても、適宜屈折率を簡略化して直線で示す。

[0106]以上においては、上記で定義した版画方向

から本液晶パネルを観察した場合について説明したが、実際本液晶パネルを使用する場合は、これに限られるものではない。特に、液晶パネルの下側から傾斜した角

の動作について説明する。電源オフ時（電源表示、黒状態）で、入射光が通過状態の液晶層1を点線12（反射面10に対する鏡像）へ入射側基板6に対して平行に近くすることが重要になつてくる。

[0107]次に、黒表示（暗表示、黒状態、暗状態）の動作について説明する。電源オフ時（電源表示、黒状態）で、例え実線13のように入射すると、空気層3から入射側基板6に入射した際に屈折作用を受け、液晶層1、平坦化膜8を透過し、またそれ自身の屈折率によって屈折率の違うために応じた屈折作用を受け、反射面10に達する。その後、反射面10上で正反射され、同時に平坦化膜8（液晶層1を通過する直進光および前方散乱された光）を用いて受け出し、入射側基板6から空気層3へ、屈折作用を受け出る。

反射された後、再び散乱状態の液晶層1を通過することにより散乱作用を受けるので、後方散乱された光のみでなく多くの光が強調方向に戻ることになる。ここで、効率の悪い後方散乱だけでなく、液晶層1を通過する直進光および前方散乱された光を利用して受け出し、入射側基板6から空気層3へ、屈折作用を受け出る。

反射光は、点線12に沿つて射出するよう作用してあらゆるこの際、反射面10の傾斜角（反射面10と境界面6aが成す角）を、式1で決定される $2 \times \theta / \theta_{\text{eff}}$ を用いておけば、

$\theta = 1/2 \times \arcsin(n_0/n_1) \quad \dots \text{式} 1$

に対して反射して入射する直進光および前方散乱された光をおよび前方散乱された光を用いて受け出し、入射側基板6から空気層3へ、屈折作用を受け出る。

例えれば実線13のように入射する際に、入射光が通過状態の液晶層1を点線12よりも観察者に近い側（液晶パネルの下側）から入射側基板6に入射する際に、屈折作用を受け、液晶層1、平坦化膜8を透過し、光は垂直面9b上に形成された光吸収層11に直角入射して吸収される。これ

は、入射光の入射角度によって異なり、入射角度によつて反射した光線が、黒表示を損なわなない範囲で本反射型液晶表示装置にて射出されることはない。

では、前述のように直接、光吸収層11に射し吸収されるものもあるが、実線13に示す矢印と逆の光路をとり、観察者側から遠い方向（液晶パネルの上側）へ射出されるものもある。

[0108]以上においては空気層3と入射側基板6の間に全反射され、傾斜面9a上の反射面10と入射側基板6の間に反射を保り返した後、光吸収層11に吸収される。しかしながら、点線12から入射側基板6に射出されることになり、この場合も観察者の目に観察されることはない。

[0109]なお、図1においては、入射光が、空気層3から入射側基板6に入射する際に屈折するため、その各界面が、他の各界面と、他の各界面の界面での屈折率が減弱化して直線で示している。以下においても、適宜屈折率を簡略化して直線で示す。

[0110]以上においては、上記で定義した版画方向から本液晶パネルを観察した場合について説明したが、実際本液晶パネルを使用する場合は、これに限られるものではない。

度で誤差することにより、上記の理由から良好な黒表示を観察することができる。

反射面10の形状が認識されないようにになり、上記のようにして液晶パネルを観察する方向を、特に使用者方向とすると、上記条件は次のようになる。すなわち、使用者方向へのベクトルの塊界面6aへの正射影ベクトルと、反射面10の法線ベクトルとの塊界面6aへの正射影ベクトルとの内積が0以下であることである。

[0109] また、以上においては、反射面10が液晶パネルに固定されている構成を示したが、反射面10が反射側基板7とともに入射側基板6に対して回転可能な構成であってもよい。この場合、本反射型液晶表示装置の使用条件下において、入射光の方位と液晶パネルとの位置関係に応じて反射面10の傾斜方向を調整することが可能となる。

[0110] ここで、図2に基づいて反射面10の回転機構の一例について説明する。図2(а)は、反射面10の回転機能を有する反射型液晶表示装置の平面図であり、(b)は、(a)のA-A線矢印部面図である。なお、図2では、反射型液晶表示装置の駆動装置その他の構成要素を省略している。

[0111] 本反射型液晶表示装置では、電極5および水平配向膜3を備えた基板2が設けられている。そして、この基板2と反射面10および光吸収層1が形成された物体0を有する反射側基板(外付け可能な部材)7との間にマッチングオイル層2.5を保持している。また、基板2.4および反射側基板7は、例えば反反射基板7に設けられたヘアリング橧層2.6を介して留め具27により固定されている。これにより、反射面10が反射側基板7とともに入射側基板6に対して回転可能となり、反射面10の傾斜方向を調整することができ

[0112] 一方、反射面10を配置するピッチに関する条件を満たすことが好ましい。すなわち、液品層1は、実際の画像表示を行なう際には屈屈4・5などによって表示の最小単位の領域である画素のピッチ以下にす

[0114] 上記条件を満たしておれば、製造工程において、反射面10の一部に不具合が生じていた場合であっても、その不具合が表示に与える影響を軽減することができる。例えば、反射面10の形成時に、反射面10の頂点部分にアルミニウムが蒸着されると、その部分が光の散乱の原因となり得る。また、反射面10の凹部には未然部分が形成されやすく、その部分が白表示において黒く見え出す。しかし、上記の条件を満たす

は図5に示したものを利用した。ここでは、反射型液晶表示装置に電圧を印加して、測定した。

[0123] なお、図5に示した反射面10の形状は、断面形状が図1の場合と同様であり、反射側基板7に対して、ほぼ垂直な光吸収層11と上記各傾斜角を成す反射面10ことが周囲的に配置されて形成されている。この周囲的な形状の最小単位は、反射側基板7、光吸収層11および反射面10により囲まれた、断面形状が直角三角形である。

[0124] これにより、本反射型液晶表示装置により、明度が高く、色度の整った白表示と良好な黒表示を得ることができることができる。

[0125] (実施例1) 実施例1として、上記条件で製作された、図1に記載の液晶表示装置において、反射層の光軸の傾斜依存性を、図3に示してあるような投光器15および受光器16等からなる測定システムによって測定した。

[0126] 本実施例では反射面10直下に屈折率が1.5の平坦化膜8を配置しており、式1を用いて計算すると、良好な黒表示を保った上で許される反射面10の傾斜角を0°より得られる値に設定することにより、良好な黒表示が得られることができます。

[0127] また、上記の実施例1で示したように、反射面10の傾斜角を小さくすることにより、明るい白表示が得られることから、平坦化膜(高屈折率体)8は、屈折率1が1より大きくなり、無色透明である限りより高い屈折率n1(例ではTiO₂からなる部分ではなく1.3程度)を有する材料で形成することが好ましい。つまり、平坦化膜8は、透過性を有し屈折率が1より大きく、3以下である屈折率体であることが好ましい。

[0128] 以上のように、式1により得られる値を考慮して反射面10の傾斜角を設定することにより、黒表示が良好な状態で維持するとともに、より明るい白表示を得ることができため、画質の良好な反射型液晶表示装置を形成することができる。

[0129] (実施例2) 次に、実際の使用を考慮して、図3に示した液品パネルを簡略化して図示している。ここで、反射面10の傾斜角としてさらに好ましい値を求めた。ここでは、黒保護領域の面から検討を行なった。そこで、図1に基づいて説明する。図1は、黒保護領域について図1-Bに基づいて説明する。図1-Bは、黒保護領域を表す概念図である。なお、図1-Bでは、図1に示した液品パネルを簡略化して図示している。

[0130] 結果を図6から図8に示す。図6から図8は、黒表示時に液品パネルにおける反射側基板7による変化を屈折率および傾斜角ごとに示したグラフである。なお、図6から図8においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1としめた場合の相対値(比)で示している。また、図6から図8は、それぞれ、n1が1.5、1.8、および2.2の場合に対応している。

[0131] 各図より、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

べた(測定方法は実施例1参照)。

[0132] また、式1による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。また、図6から図8は、それぞれ、n1が1.5、1.8、および2.2の場合に対応している。

[0133] 本実施例1で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0134] 本実施例2で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0135] 本実施例3で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0136] 本実施例4で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0137] 本実施例5で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0138] 本実施例6で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0139] 本実施例7で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0140] 本実施例8で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0141] 本実施例9で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0142] 本実施例10で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0143] 本実施例11で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

[0144] 本実施例12で示したように、反射面10による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、極角方向が本法線方向よりも傾斜角が存在する場合においては、反射側基板7を遮断され1および各傾斜角における反射側基板7の屈折率を1とした場合の相対値(比)で示している。これは、黒保護領域が大きくなりすぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

(1)

(1.3) したがつて、黒保証領域は、大きすぎても小さすぎても好ましくない。

(1.3.8) 具体的には、黒保証領域の限界（黒保証領域の最大角および平坦化限界の屈折率）を変化させた際に、黒保証領域の限界が上方範囲に入るものと見て、反射鏡の屈折率が9.7度以上、10.6度以下の範囲内にある場合には、液温パネルを見る角度によってかなり黒表示が甘い状態、すなわち、黒表示時に光が漏れる状態となる。また、黒保証領域の限界が10.6度を越える場合には、白表示時の明るさの差を捉えことになる。したがつて、黒保証領域の限界は、9.7度以上、10.6度以下の範囲に設定されることが最も好ましいと考えられる。

(1.3.9) そこで、図1に示した液温パネルにおいて、反射面10の傾斜角および平坦化限界の屈折率n1を変化させた際に、黒保証領域の限界が上方範囲に入るものと見て、反射鏡の屈折率が9.7度以上、10.6度以下の範囲内に示す。なお、表1は、反射面10を各傾斜角に設定し、平坦化限界を各屈折率n1に設定した場合の黒保証領域の限界（度）を示している。

【表1】

屈折率						
	1.34	1.4	1.5	1.6	1.7	
傾斜角(度)	19	76	79	84	89	93
	19.5	78	81	86	91	95
	19.9	79	82	87	92	96
	20	79	82	87	92	97
	20.5	80	84	89	94	98
	20.9	81	85	90	95	100
	22.4	85	89	94	100	105
	24	90	93	99	105	111
	25.9	95	99	105	111	118
	26.4	96	100	107	113	119
	28.1	101	105	112	119	126
	29	103	108	115	122	129
	29.5	104	109	116	124	132
	29.7	105	110	117	124	132
	29.9	106	110	118	125	133
	30	106	110	118	126	134
	30.5	107	112	120	127	136
	31	109	113	121	129	138
	31.5	110	115	123	131	140

(1.4.1) ここで、図1における反射面10を平垣化する物質（例えれば液温パネル）に觸しても便宜的に平坦化する間に、黒保証領域の限界が上方範囲に入るものと見て、反射鏡の屈折率が9.7度以上、10.6度以下の範囲内に示す。なお、表1は、反射面10を各傾斜角に設定し、平坦化限界を各屈折率n1に設定した場合の黒保証領域の限界（度）を示している。

(1.4.2) 以上より、図1に示した液温パネルにおいて、反射面10と境界面6aとが成す傾斜角が、2.0度以上、3.0度以下であることが好ましい。このように傾斜角を設定することにより、屈折率n1において、特殊な材料を用いることなく、黒保証領域を最適な範囲とすることででき、良好な黒表示および白表示を得ることができます。

(1.4.5) (実施例4) 次に、図1および図5にて示した液温パネルにおいて、白表示に寄与する外光の方位についての知識を得るべく、図3の測定システムを用いて、液温パネルへの電圧印加時（完全拡散入射時）に、正面方向（受光角b=0度）で観察した白表示の輝度率を各入射光の方位別に測定した。なお、本実施例においては、反射面10の傾斜角を3.0度とし、反射面10上の平坦化限界8としては屈折率n1=1.33のものを用いた。

(1.4.6) ここで、反射面10の法線と反射側基板7との法線とを含む平面における液温パネル上側を方位角c=0度の方向とし、方位角c=-0.0,-45,0,45,90度の各方位から投光器15により光を入射させ、受光器16により受光される光量を測定した。入射光の入射角aは、各方位角cにおいて、入射角aを変化させたときの輝度率変化を示すグラフであり、横軸は入射角aを示しており、縦軸は、それぞれの方位から光を入射させた際の、正面方向（受光各b=0度）で受光器16により受光した輝度率、すなわち、完全拡散反射板との比を示している。また、曲線9-1、曲線9-2、曲線9-3、曲線9-4、曲線9-5は、それぞれ投光器15による光の入射方向が方位角c=-90,-45,0,45,90度の場合は表示している。

(1.4.8) この結果より、本液温パネルの方位角c=0度の方向（ハネル上側）周辺、かつ入射角a=7.0度の方向周辺からの投光器15により光を入射させた場合に、輝度率が3を越えており、白表示に大きく寄与することができる。

(1.4.9) 本液温パネルを実際の使用条件下で用いる場合には、液温パネルに入射する外光の入射方向は照明白等の位置により変化する。したがつて、前述のように、本液温パネルに反射面10の方位を調整可能な機構を設け、使用環境において反射面10の方位を最適な方向に調整することにより、白表示をより明るくすることができ、本液温パネルの表示品位を向上させることができることがわかる。

(1.5.1) ここで、平坦化限界8としては、一般的に用いられているものとして、屈折率n1が1.34から1.7のものについて調べた。表1より、傾斜角が0度から3.0度の範囲であれば、上記の各屈折率を2.0度以上、3.0度以下に設定することができる。また、本実施例では、上述のように、平坦化限界8が存在しないような場合には、反射面10の液温表示装置において、反射鏡の屈折率が9.7度以上、10.6度以下の範囲内に設定することが可能となることがある。

(14)

(1.5.2) ここで、図5に示した形状は、実施例1の形状と同様である。また、図10に示した形状は、底面が六角形であり、側面が底面に対して3.0度の角度を成す六角錐と、頂点を反射側基板7側にして、底面が反射側基板7と平行になるよう配置した状態を考えたときには、この六面錐の連続する3つの側面が反射面10と正面方向（受光角b=0度）を成すような形状を最小単位として、これを平面的に很容易にして配置したものである。そして、反射面10bの法線ベクトルの底面6aへの正射影が、液温パネルの上側となるように配置した。

(1.5.3) したがつて、反射面10の形状（反射板形状）が図5に示した形状であるときは、その法線ベクトルが單一の方向であるに対し、図10に示した形状で図10の場合を3方向を向いていることになる。

(1.5.4) まず、傾斜した反射側基板7の法線がかなずは反射面10bの法線と反射側基板7の法線がかなずは反射面、方位角cが0の方向と平行に配置したとき（液温パネルの上側を方位角cが0の方向としたとき）、方位角cを-8.0度から8.0度まで5度間隔で、入射角aを5度から8.5度まで5度間隔で変化させ、受光角bを0度に固定した状態で、反射型液温表示装置の入射光の反射の反反射板（完全拡散反射板）（アルミニウムからなる標準白色板）の完全拡散反射板の反射輝度を1としたときの初期反射輝度特性を測定し、その平均値を算出し、さらに、方位角cを5度おきに8.0度まで同样的の測定を行った。反射面10の形状が図5（曲線1-1-1）の場合と、図10（曲線1-1-2）の場合の測定結果を、図11にまとめて示す。

(1.5.5) 以上から、反射面10の法線ベクトルの向く方向（特に方位角方向）に、異方性を持たせることにより、本反射型液温表示装置は、人射光方位からの影響が少なくなることがわかった。

(1.5.6) つまり、任意の方向から液温パネルに入射する光を利用することが可能となり、入射する光の方向によらず平均的に反射輝度を向かへさせることができます。

(1.5.7) 本実施例の反射側基板7上に形成された傾斜面6aの形状（反射面10および光吸収層11の形状）は、以上述べた二通りであったが、反射側基板7上に形成された傾斜面6aの構造体の一部に対して、

反射面10と光吸収層11の組み合せ、また、それぞれの面の法線ベクトルの方向などのパラメータを、適宜選択して用いること良い。

[0158] 液晶層1の後方散乱の散乱効率は前方散乱の散乱強度と比べて小さいので、反射光のうち主な成分は前方散乱成分が反射面10上で反射され、一部はさらに散乱された上で、觀察方向に反射されたものである。すなわち、觀察方向から反射側基板7を観察したときに、光吸収層1が直角鏡像の形状が有効である。例は、反射面10の面法線ベクトルを方位角方向に3軸類の異方性を持たせ、光吸収層1の面法線ベクトルがパネル面に対して平行になるようにさせた上で、最密充填させた図12に示すような形状が例として挙げられる。

[0159] 図12に示す形状について説明する。図12(a)は、本実施の形態に係る反射型液晶表示装置の断面図である。また、図12(b)は、図12(a)のD-D線矢印視断面図、図12(c)は、図12(a)のE-E線矢印視断面図、図12(d)は、図12(a)の反射面10および光吸収層11の平面図である。図12(e)は、図12(d)で示した反射面10および光吸収層11の一部が複数組み合された場合の斜視図である。また、図12(a)と図12(d)において、対応する頂点にしからTの記号を付与している。

[0160] ここで、L, M, S, Tの各頂点を含む面(図12(d)および図12(e)において×印の面)は、反射側基板7(図1参照)に対して垂直な面であり、光吸収層11が形成されている。また、M, N, O, P, Q, R, Tの各頂点、Q, R, S, Tの各頂点をそれぞれ含む面は、互いに合同な面形状をしており、反射面10が形成されている。そして、これらの各反射面10の法線ベクトルが、それぞれ異なる方向となるように各反射面10が配置されている。

[0161] (実施の形態2)次に、本発明の第2の実施の形態について図13および図14に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0162] 図13は本発明の第2の実施の形態に係る反射型液晶表示装置(特に、液晶パネル部分)の断面図である。本実施の形態における液晶パネルは、液晶層5および中間基板5を除いて実施の形態1の液晶パネルと同様であり、それらの構成要素については、同一の符号を付与し、その説明を省略する。なお、実施の形態1の液晶パネルにおける液晶層5の入射角により決定される複数の面法線ベクトルが、反射型液晶表示装置(特に、液晶パネル部分)の断面図である。本実施の形態における液晶パネルは、入射側電極5および水平配向膜3上に設けられた干渉バターンおよびポキシ樹脂7を含んでいる場合には、干渉バターンにおける光強度が強い領域で柔軟が起こり、柔軟化型高分子材料が硬直する。このため、いずれの場合も、干渉バターンにおける光強度が弱い領域では主に液晶が奥まるこ

とになる。ここでは、光硬化型高分子材料を用いてい

る。

[0163] この結果、液晶のみを含んだ、または液晶を多く含んだ液分散成物と、高分子材料(液分散成物)のみを含んだ、または高分子材料を多く含んだ高分子材料とが分離された状態(固相)を有する液晶層5が得られた。また、この多層構造の各層を成す面の法線ベクトルの境界面6への正射影は液晶パネルの下側を向くことになる。ここで、液晶層5は、電圧印加時等効率であり、電圧無印加時に、上記多層構造にに基づく屈折率の変化が生じるよう

に各材質の光学的特性が設定されている。

[0164] 以下、上記の定義の方向としては、図平面上の一方の隅において互いに正反射の関係(この面の垂線に対して互いに對称な関係)にある2つの方向により、本液晶パネルを作製した(図13)。

[0165] 以下において、本液晶パネルの動作について図13に基づいて説明する。

[0166] [電源オフ時(電圧無印加時)]においては、上記のように液晶層5が透過状態にあるため、実施の形態1の場合と同様の理由によって、良好な黒表示が得られる。

[0167] [電源オン時(電圧印加時)]では、次のようにして白表示が得られる。上記のように、液晶層5に電圧が印加された状態では、多層構造に基づく屈折率の変化が液晶層5内に生じる。この屈折率が変化的界面5-1では光が反射され、特に、この界面5-1に対して入射角から入射する光(上記多層構造の屈折線から大きく外れた方向から入射する入射光、例えば光線1-7は、全反射されることになる。したがって、入射光は、この反射の影響によってその進行方向を曲げる効果を受ける。

[0168] [界面5-1が境界面6に対して所定の範囲の角度を成して形成されている場合、光線1-7のようないくつかの面法線が垂直な面である。また、図12(e)で示した反射面10および光吸収層11の一部が複数組み合された場合の斜視図である。なお、図12(e)は、本液晶パネルの製造工程におけるレーザー照射の方法を示す断面図である。図12(e)においては、図の面端部のため、電線4・5および水平配向膜2・3を省略している。

[0169] ここで、L, M, S, Tの各頂点を含む面(図12(d)および図12(e)において×印の面)は、反射側基板7(図1参照)に対して垂直な面であり、光吸収層11が形成されている。また、M, N, O, P, Q, R, S, Tの各頂点をそれぞれ含む面は、互いに合同な面形状をしており、反射面10が形成されている。そして、これらの各反射面10の法線ベクトルが、それぞれ異なる方向となるように各反射面10が配置されている。

[0170] (実施の形態2)次に、本発明の第2の実施の形態について図13および図14に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0171] 図13は本発明の第3の実施の形態に係る反射型液晶表示装置(特に、液晶パネル部分)の断面図である。本実施の形態における液晶パネルは、液晶層5および中間基板5を除いて実施の形態1の液晶パネルと同様であり、それらの構成要素については、同一の符号を付与し、その説明を省略する。なお、実施の形態1の液晶パネルにおける液晶層5の入射角により決定される複数の面法線ベクトルが、反射型液晶表示装置(特に、液晶パネル部分)の断面図である。本実施の形態における液晶パネルは、入射側電極5および水平配向膜3上に設けられた干渉バターン(反射

り、それらの構成要素については、同一の符号を付与し、その説明を省略する。なお、本液晶パネルにおいては、保謹フィルム2-2と空気層3との境界面2-aが実施の形態1における境界面6-aに相当している。

[0172] 干渉バターン7は、相対的に屈折率の高い高屈折率部と、相対的に屈折率の低い低屈折率部が高い屈折率単体と、相対的に屈折率の低い低屈折率部とが組合せられて成る透型のポロックマトリセイドである。この干渉バターン7は、樹脂構造の外面となる境界面2-1を有している。そして、この干渉性反射板7平面上には、この屈面2-1に対しても、樹脂構造の樹脂層に応じた特定の方向(以下、固有方向と称す)から入射する光のみを正反射する作用がある。

[0173] ここで、上記の特定の方向としては、図平面2-1aの一方の隅において互いに正反射の関係(この面の垂線に対して互いに對称な関係)にある2つの方向が存在し、他の方の隅では、これら2つの方向の屈面2-1aに対して対称な方向も同様に上記の特定の方向となる。以下においては、上記の特定の方向の1つであり、屈面2-1aの境界面2-2a側で、かつ、屈面2-1aから反反射面10にに向かう方向(图中矢印C方向)を第1固有方向(特定方向)とする。

[0174] なお、実際には屈面2-1aによって反射される光の入射方向には幅があるが、本実施の形態では、その幅による影響は無視できるものであるため、その幅の中央方向を上記の固有方向として扱う。なお、[0183]ここで、以下においては、反反射面10の傾斜角が0に設定されている場合には、反射角が0に設定される。なお、本実施の形態では、傾斜角が0に設定されるものではなく、実施の形態1における傾斜角の条件を満たす屈面内において、適切な可能である。

[0175] 干渉性反射板7の第1固有方向がそれそれ境界面2-2aに対して成す角度は、反反射面法線方向1-9が境界面2-2aに対して成す角度と臨界角方向(全反射角方向)2-0が境界面2-2aに対して成す角度との間となるように設定されていることが望ましい。なお、反反射面法線方向1-9とは、反反射面10の法線方向であり、臨界角方向2-0とは、干渉性反射板7-1での反射作用がない場合には、屈面層11に対して垂直方向から反反射面10に入射した光が、反反射面10によって正反射される方向である。

[0176] [0185]以下では、屈面2-1aが境界面6-aに対して所定の範囲の角度を成して形成されている場合、光線1-7のようないくつかの面法線が垂直な面である。また、図12(e)においては、液晶層5-1が形成されている。したがって、反射側基板7(図1参照)に対して垂直な面で反射されることがある。ただし、入射光は、この反射の影響によってその進行方向を曲げる効果を受ける。

[0177] [0177] 本液晶パネルの多層構造は、從来において設けられたものは目的が異なっており、多層構造の層間を介して垂直に入射した光を垂直に反射するために、反射側基板7(図1参照)に対して垂直な面を上記液晶層5-1に接して設けられたものとするとことができるため、駆動電圧を印加するときに垂直な面を起用する。

[0178] [0178] 実施の形態3]次に、本発明の第3の実施の形態について図15および図16に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0179] 図15は、本発明の第3の実施の形態に係る反射型液晶表示装置(特に、液晶パネル部分)の断面図である。本実施の形態における液晶パネルは、液晶層5および中間基板5を除いて実施の形態1の液晶パネルと同様であり、それらの構成要素については、同一の符号を付与し、その説明を省略する。また、液晶層5における高分子材料が硬化化型高分子材料(たとえばエボキシ樹脂)を含んでいる場合には、干渉バターンにおける光強度が強い領域で柔軟が起こり、柔軟化型高分子材料が硬直する。このため、いずれの場合も、干渉バターンにおける光強度が弱い領域で柔軟が起こり、柔軟化型高分子材料が硬直する。

[0180] ここで、液晶層5-1は、低分子の液晶組成物と高分子性配向剤を固定して付いた軟性の高分子との分散体を配したものである。該液晶層5-1の形成方法を以下に示す。

(11)

高い高品位の表示を行うことができる反射型液晶表示装置を提供することができる。

[0 2 1 9] 上記の反射型液晶表示装置は、さらに、光吸収性を有していることが好ましい。

[0 2 2 0] 上記の構成では、本反射型液晶表示装置が過渡状態にある場合に、良好な黒表示を実現することができる。

[0 2 2 1] 上記の反射型液晶表示装置は、さらに、光吸収性を有する部位が太陽電池を一体化することができる、表示接頭の駆動に必要な電力のすべてまたは一部を太陽電池でまかなうことができるため、電源に要するスペースを縮小して装置の小型化を図ることが可能である。

[0 2 2 3] 上記の反射型液晶表示装置は、さらに、反射膜のある傾斜面の法線ベクトルが、複数の方向を向いていることが好ましい。

[0 2 2 4] 上記の構成では、本反射型液晶表示装置に入射する外光をより多く利用することができ、より明度が高く、より入射光方向の依存性の小さい白表示を実現することができる。

[0 2 2 5] 上記の反射型液晶表示装置は、さらに、反射膜上に透過性の高屈折体が配置されていることが好ましい。

[0 2 2 6] 上記の構成では、反射面の傾斜角を小さくすることができる、本反射型液晶表示装置が白表示の際に光をより効率よく利用することができる。

[0 2 2 7] 上記の反射型液晶表示装置は、さらに、反射面を有する基板が液晶層を保持する基板とは別に用意され、外付け可能であることが好ましい。

[0 2 2 8] 上記の構成では、各基板の製作工程を分離することができるため、生産性を高めることができる。

[0 2 2 9] 上記の反射型液晶表示装置は、さらに、液晶層が嵌合部を有する構造であり、入射した光を透過させられ、散乱させる状態を切り替えることにより表示を行なうことができる。

[0 2 3 0] 上記の構成では、偏光板を用いることなく黒表示および白表示を行うことができる。特に、白表示においては、偏光板による光の利用効率の低下を避けることができるため、さらに良い白表示を得ることが可能となる。

[0 2 3 1] あるいは、上記の反射型液晶表示装置は、液晶層が液晶と液晶分散体との層構造を成しており、入射した光を透過させる状態と層構造に起因して反射される状態を切り替えることにより表示を行うものであつてもよい。

[0 2 3 2] 上記の構成では、偏光板を用いることなく黒表示および白表示を行うことができる。特に、白表示においては、偏光板による光の利用効率の低下を避ける

ことができるため、さらに良い白表示を得ることができます。

1 0 2 3 3] 上記の反射型液晶表示装置は、さらに、反射面の傾斜方向が回転可能となる。

[0 2 3 4] 上記の構成では、外光を効率良く利用できようにおける反射面の傾斜方向を調整することにより、自表示を行うことにより、自表示における反射輝度測定器の精度が高ましい。

[0 2 3 5] 上記の構成では、外光を効率良く利用できようにおける反射面の傾斜方向を調整することにより、自表示を行うことにより、自表示における反射輝度測定器の精度が高ましい。

[0 2 3 6] 上記の構成では、反射膜が設けられており、特定方向が基板に対して成す角度を、基板に垂直に入射して反射面で反射された光の進行方向が基板に対して成す角度と、反射面の法線方向が基板に対して成す角度との間であることが好ましい。

[0 2 3 7] 上記の構成では、反射型液晶表示装置は、白表示では、白表示の明度の向上を図ることができる。

[0 2 3 8] 上記の構成では、反射型液晶表示装置は、干渉性反射板が設けられた上部の反射型液晶表示装置は、さらに、反射体が干渉性反射板であり、干涉性反射板に入射する光が通過する位置に、吸収型カラーフィルターが設けられていることが好ましい。

[0 2 3 9] 上記の構成では、干涉性反射板に入射する光の透光率により干涉性反射板の特定方向が変化する場合でも、吸収型カラーフィルターを用いることによりこの影響を除去することができる。したがって、波長に依存した特定方向の変化による表示特性を悪化を防止することができ、表示品の向上を図ることができる。

[0 2 4 0] 上記の構成では、反射面の空隙開波数を上げ、目視における反射面形状が認識されないようにする

ことで、反射面に製造上の不具合があつた場合でも、良好的表示品を得ることが可能となる。

[0 2 4 1] 本発明の反射型液晶表示装置は、以上のように、表示面から入射する光を反射する反射面が、表示面に対して傾斜して配置されており、この反射面が表示面と平行な面内で回転可能である構成である。

[0 2 4 2] 上記の構成では、太反射型液晶表示装置を用いる際に、外部光の方向などに応じて反射面の方向を調整することができるため、反射面が表示に適切な条件となるように外部光を反射することができる。その結果、本反射型液晶表示装置では、使用条件に応じて屈曲表示を得ることができる。

[0 2 4 3] 上記の構成では、偏光板を用いることなく黒表示および白表示を行うことができる。特に、白表示においては、偏光板による光の利用効率の低下を避ける

(10)

[図 1 5] 実施の形態 3 に係る反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 6] 実施の形態 3 に係る反射型液晶表示装置の白表示時における輝度率の入射角方向依存性を示すグラフである。

[図 1 7] 実施の形態 4 に係る反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 8] 黒保護領域を表す概念図である。

[図 1 9] 本発明の実施の形態 1 に用いた反射輝度測定器の構成図である。

[図 1 10] 実施の形態 1 に係る反射型液晶表示装置の反射面および光吸収層の平面図であり、(a) は、上記反射面における反射輝度と投光角の極角との関係図である。

[図 1 11] 実施の形態 1 に係る反射型液晶表示装置の黒表示面における反射輝度率の極角方向依存性を示すグラフである。

[図 1 12] 実施の形態 1 に係る反射型液晶表示装置の黒表示面および光吸収層の平面図であり、(b) は、(a) の D - E 線矢印断面図である。

[図 1 13] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置において、絞り方向を正面方向とし、入射方位を該反射表示装置上側としたときの、白表示における入射角と輝度率との関係を示す図である。

[図 1 14] 実施の形態 1 に係る反射型液晶表示装置の入射角方向依存性を示すグラフである。

[図 1 15] 実施の形態 1 に係る反射型液晶表示装置の反射面および光吸収層の平面図であり、(c) は、(a) の E - F 線矢印断面図、(d) は、(a) の E - G 線矢印断面図、(e) は、(d) で示した反射面および光吸収層の一部が複数組み合わされた場合の構造図である。

[図 1 16] 実施の形態 2 に係る反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 17] 実施の形態 4 に係る反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 18] 黒保護領域を表す概念図である。

[図 1 19] 本発明の実施の形態 2 に係る反射型液晶表示装置の多層構造形成工程を示す断面図である。

[図 1 20] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 21] 実施の形態 1 に係る反射型液晶表示装置の反射面および光吸収層の一部の斜規図、(e) は、(d) で示した反射面および光吸収層の一部が複数組み合わされた場合の構造図である。

[図 1 22] 実施の形態 1 に係る反射型液晶表示装置の反射面および光吸収層の一部が複数組み合わされた場合の斜規図である。

[図 1 23] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 24] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 25] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 26] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 27] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 28] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 29] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 30] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 31] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 32] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 33] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 34] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 35] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 36] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 37] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 1 38] 実施の形態 1 の反射型液晶表示装置の構造断面図である。

[図 2 1]

[図 2 2]

[図 2 3]

[図 2 4]

[図 2 5]

[図 2 6]

[図 2 7]

[図 2 8]

[図 2 9]

[図 2 10]

[図 2 11]

[図 2 12]

[図 2 13]

[図 2 14]

[図 2 15]

[図 2 16]

[図 2 17]

[図 2 18]

[図 2 19]

[図 2 20]

[図 2 21]

[図 2 22]

[図 2 23]

[図 2 24]

[図 2 25]

[図 2 26]

[図 2 27]

[図 2 28]

[図 2 29]

[図 2 30]

[図 2 31]

[図 2 32]

[図 2 33]

[図 2 34]

[図 3 1]

[図 3 2]

[図 3 3]

[図 3 4]

[図 3 5]

[図 3 6]

[図 3 7]

[図 3 8]

[図 3 9]

[図 3 10]

[図 3 11]

[図 3 12]

[図 3 13]

[図 3 14]

[図 3 15]

[図 3 16]

[図 3 17]

[図 3 18]

[図 3 19]

[図 3 20]

[図 3 21]

[図 3 22]

[図 3 23]

[図 3 24]

[図 3 25]

[図 3 26]

[図 3 27]

[図 3 28]

[図 3 29]

[図 3 30]

[図 3 31]

[図 3 32]

[図 3 33]

[図 3 34]

[図 4 1]

[図 4 2]

[図 4 3]

[図 4 4]

[図 4 5]

[図 4 6]

[図 4 7]

[図 4 8]

[図 4 9]

[図 4 10]

[図 4 11]

[図 4 12]

[図 4 13]

[図 4 14]

[図 4 15]

[図 4 16]

[図 4 17]

[図 4 18]

[図 4 19]

[図 4 20]

[図 4 21]

[図 4 22]

[図 4 23]

[図 4 24]

[図 4 25]

[図 4 26]

[図 4 27]

[図 4 28]

[図 4 29]

[図 4 30]

[図 4 31]

[図 4 32]

[図 4 33]

[図 4 34]

[図 5 1]

[図 5 2]

[図 5 3]

[図 5 4]

[図 5 5]

[図 5 6]

[図 5 7]

[図 5 8]

[図 5 9]

[図 5 10]

[図 5 11]

[図 5 12]

[図 5 13]

[図 5 14]

[図 5 15]

[図 5 16]

[図 5 17]

[図 5 18]

[図 5 19]

[図 5 20]

[図 5 21]

[図 5 22]

[図 5 23]

[図 5 24]

[図 5 25]

[図 5 26]

[図 5 27]

[図 5 28]

[図 5 29]

[図 5 30]

[図 5 31]

[図 5 32]

[図 5 33]

[図 5 34]

[図 6 1]

[図 6 2]

[図 6 3]

[図 6 4]

[図 6 5]

[図 6 6]

[図 6 7]

[図 6 8]

[図 6 9]

[図 6 10]

[図 6 11]

[図 6 12]

[図 6 13]

[図 6 14]

[図 6 15]

[図 6 16]

[図 6 17]

[図 6 18]

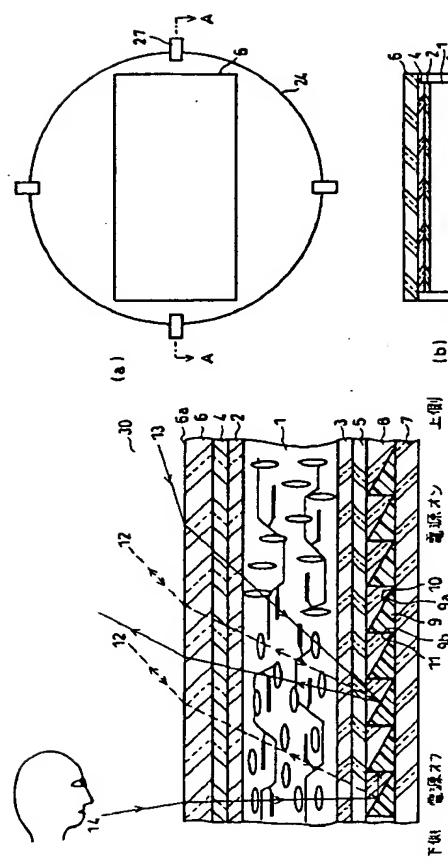
[図 6 19]

[図 6 20]

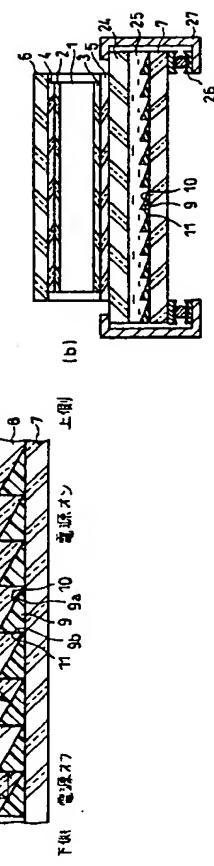
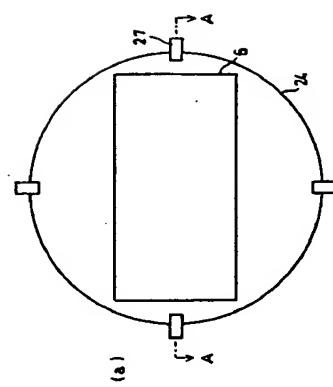
[図 6 21]

(1)

[図1]

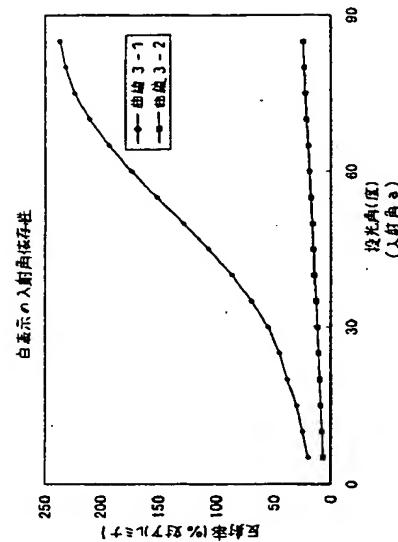


[図2]

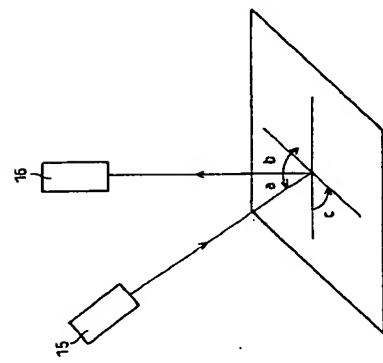


(1)

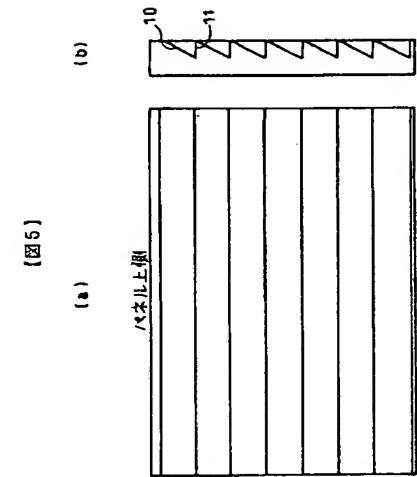
[図4]



[図3]



[図5]

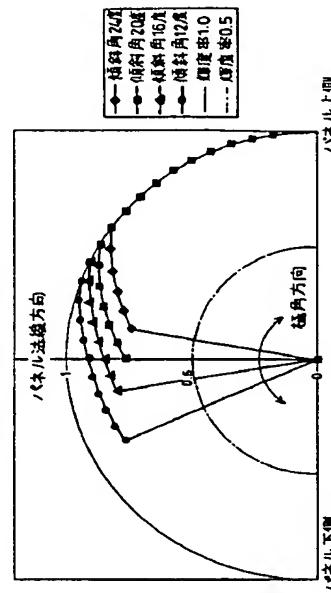


完全光源下での黒表示の反射輝度率の
觀察者極角方向依存性

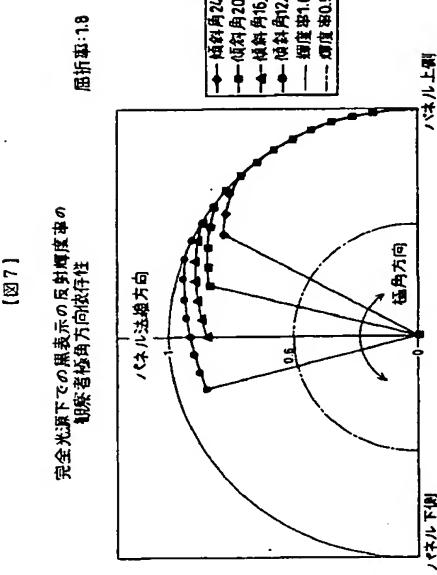
屈折率: 1.5

屈折率: 1.5

[図6]

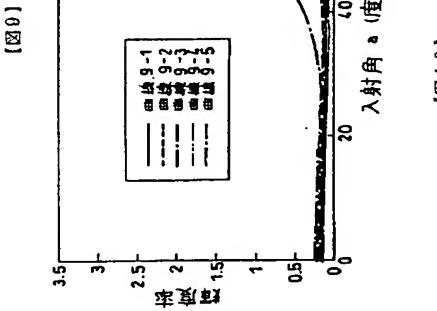


三



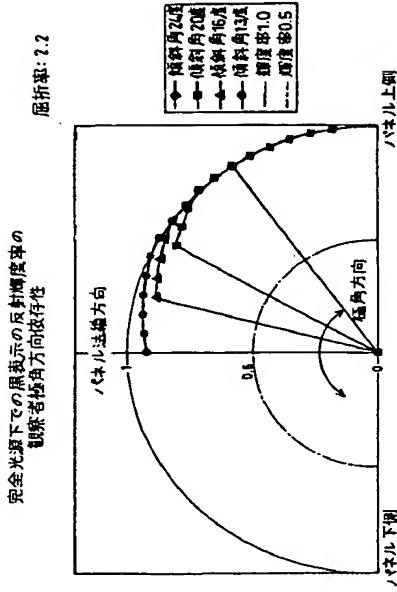
四七一

(24)

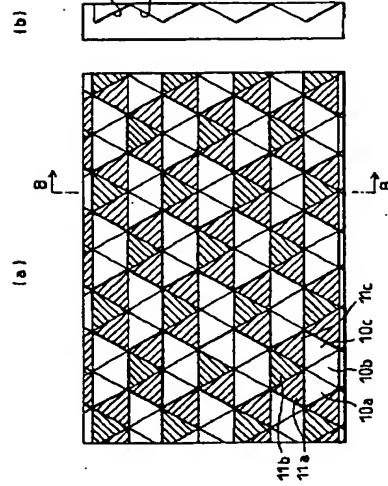


30

18



101

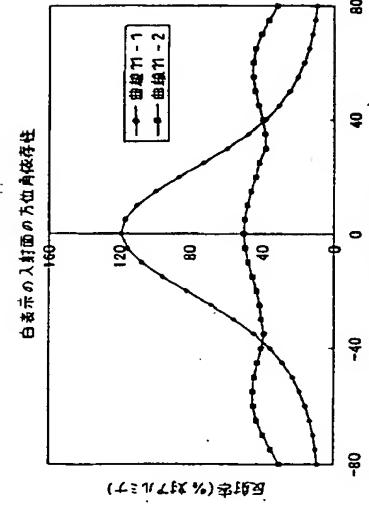


141

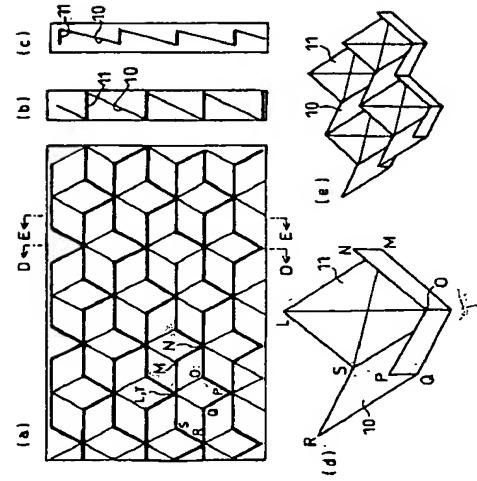


(15)

[図1.1]

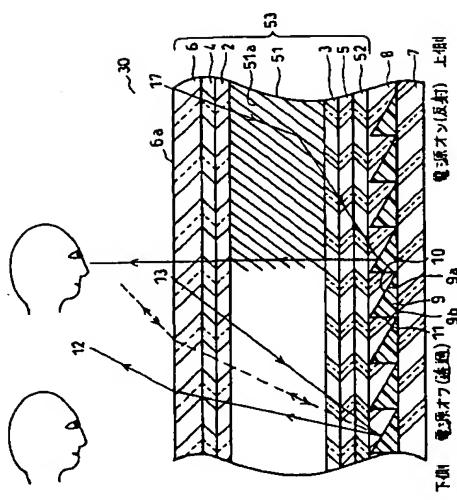


[図1.2]

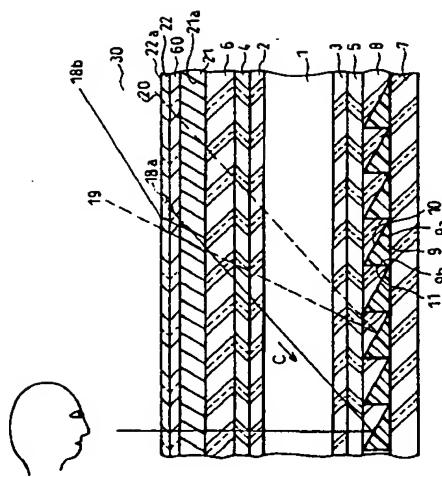


(16)

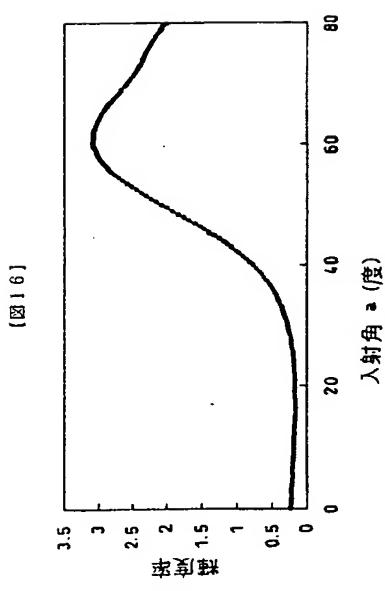
[図1.3]



[図1.5]



(17)



[图17]

